

железобетонных изгибаемых элементов эксплуатируемых зданий и сооружений, что способствует значительному увеличению несущей способности, трещиностойкости, уменьшению деформативности, повышению стойкости против агрессивных воздействий. Несущую способность железобетонных элементов, усиленных обоймой из акрилового полимерраствора, предлагается определять по зависимостям (1)-(4) с учетом ее толщины.

1. Барашиков В.Я., Блалли Эль Мустафа. Расчет прочности железобетонных балок, усиленных эффективными материалами в растянутой зоне // Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. пр. Вип.10. – Рівне: УДУВ ГПК, 2003. – С.252-258.

2. Бондаренко В.М., Шагин А.Л. Расчет эффективных многокомпонентных конструкций. – М.: Стройиздат, 1987. – 175 с.

3. Гучкин И.С. Диагностика повреждений и восстановление качеств конструкций. – М.: АСВ, 2000. – 176 с.

4. Золотов М.С., Мельман В.А., Смолянинов М.Ю. Ремонт и восстановление несущей способности железобетонных изгибаемых элементов акриловыми полимеррастворами // Вестник БГТУ: Науч.-теор. журнал. Вып.5. Ч.1. – Белгород: БГТУ, 2003. – С.278-280.

5. Максимов Ю.В., Патуроев В.В. Рекомендации по ремонту и восстановлению железобетонных конструкций полимерными составами // НИИЖБ Госстроя СССР. – М., 1986. – 28 с.

6. Микульский В.Г., Козлов В.В. Модификация строительных материалов полимерами. – М.: МИСИ, 1986. – 43 с.

7. Рекомендации по определению прочностных и структурных характеристик бетонов при кратковременном и длительном нагружении. – М.: НИИЖБ, 1976. – 54 с.

8. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. – М.: Госстрой СССР, 1989. – 80 с.

9. СНиП 2.09.03-85. Сооружения промышленных предприятий. – М.: Госстрой СССР, 1986. – 56 с.

10. Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Гарбуз А.О., Золотов С.М. Использование акриловых клеев для реконструкции и ремонта зданий и сооружений // Будівельні конструкції: Зб. наук. праць. Вип.54. – К.:НДІБК, 2000. – С.810-814.

11. Шутенко Л.М., Золотов М.С., Смолянінов М.Ю. Використання акрилового полімеррозчину для підсилення та відновлення залізобетонних конструкцій // Науковий вісник будівництва. Вип.53. – Харків: ХДТУБА, 2005. – С.137-142.

Получено 12.03.2008

УДК 666.9 : 691.32

Т.В.РАПИНА

Харьковская национальная академия городского хозяйства

МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ БЕТОНЫ С ДОБАВКОЙ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННОЙ КВАРЦЕВОЙ СУСПЕНЗИИ

Рассматриваются перспективы получения высокоэффективных строительных материалов с использованием ВКС. Была сделана попытка введения ВКС в тяжелые бето-

ны на портландцементе. Предполагалось, что удастся воспроизвести механизм, характерный для вяжущих промежуточного типа. Однако первоначальная гипотеза о механизме совместного действия цемента и ВКС была отвергнута. Установлено, что ВКС в цементных бетонах является добавкой, улучшающей структуру и прочность бетона.

В отличие от областей технической керамики или огнеупоров, где технология высококонцентрированной кварцевой суспензии (ВКС) получила широкое применение, в области промышленности строительных материалов ее использование пока еще недостаточно [1-4]. Между тем она может оказаться перспективной. Такой прогноз применительно к массовому производству разнообразных строительных материалов (в частности, строительных бетонов) основан на нескольких объективных факторах. Прежде всего производство обычного цемента, как основы бетонов, характеризуются значительными недостатками: высокими капитальными затратами и металлоемкостью, значительным расходом энергоресурсов. С точки зрения экологии недостатки технологии состоят в выбросе в атмосферу громадных количеств как углекислого газа (угроза «парникового» эффекта для земли становится все более очевидной), так и цементной пыли. Поэтому видны потенциальные преимущества технологии материалов на основе ВКС. Кроме того, запасы наиболее подходящего для этой цели высококремнеземистого сырья в Украине огромны. Аморфных разновидностей кремнеземистого сырья не меньше, чем кристаллических. В этих материалах вяжущие свойства реализуются в максимальной степени и их технологически более просто получить. Кроме того, в качестве потенциального сырья могут оказаться пригодными полевошпатные пески, песчаники, а так же минеральные отходы ряда производств. Поэтому актуальной задачей является поиск оптимальных решений получения высокоэффективных строительных материалов с использованием ВКС, полученных на основе нанотехнологического подхода их производства.

Анализ работ по данной проблеме позволяет определить, что использование ВКС в качестве вяжущего при изготовлении строительных тяжелых бетонов является экономически нецелесообразным [1,5]. Вызвано это высоким расходом данного вяжущего для получения бетона, обладающего удовлетворительными характеристиками. Поэтому здесь требуются принципиально новые научные и технологические подходы решения этой задачи.

В [1] предлагается классификация, которая делит вяжущие на три типа: гидратные (с химическим связыванием жидкости), безгидратные (керамические вяжущие, и к которым, в соответствии с этой классификацией, относятся ВКС) и промежуточные (с наличием процессов, ха-

рактерных для первых двух типов). Предложенная классификация определяет механизм твердения, технологические особенности получения и свойства или эксплуатационные характеристики композиций на основе соответствующих вяжущих.

Так, гидратные вяжущие, охватывающие практически все вяжущие гидратационного твердения, в исходном состоянии характеризуются пониженной концентрацией, твердеют без удаления избыточной жидкости, характеризуются сравнительно медленным набором прочности.

Вяжущие промежуточного типа отличаются повышенной концентрацией. Структурообразование при этом может осуществляться при незначительном удалении свободной жидкости. К этому типу вяжущих следует отнести цементирующие кварцевые связки – кремнецемент, применяемый при получении кремнебетона [6].

Нами выполнен эксперимент по использованию портландцемента. Предполагалось, что удастся воспроизвести механизм, характерный для вяжущих промежуточного типа. В качестве объекта исследования были приняты мелкозернистые бетоны.

Предварительно опыты показали сложность выполнения этой задачи. Было установлено, что традиционная последовательность приготовления бетонной смеси непригодна при совместном использовании ВКС и цемента. Одновременная закладка всех материалов в бетономешалку приводила к расслоению бетонной смеси. Предварительное перемешивание всех компонентов бетона без ВКС и последующее ее введение также не дало результата. Суспензия загустевала, скатывалась в гранулы и не распределялась равномерно. Кроме того, сама бетонная смесь, которую легко можно было отделить от ВКС резко теряла подвижность.

Объяснение этому факту, по-видимому, может быть найдено в том, что срабатывал эффект гетерокоагуляции, характерный при со-
вмещении в водной среде дисперсных материалов с различными ионными потенциалами.

Введение ВКС в цементный бетон стало возможным при раздельном приготовлении цементно-водной суспензии, смешении ее с ВКС и только после этого цементно-песчаная суспензия перемешивалась с заполнителем, в качестве которого был использован песок Безлюдовского карьера.

Был поставлен эксперимент, имевший целью определение зависимости свойств мелкозернистого бетона от состава твердой фазы бетонной смеси: «ВКС – цемент – песок». Расход воды был принят постоянным. Интервалы изменения количества компонентов в смеси бы-

ли ограничены сверху и снизу соответственно:

- по расходу цемента 50 и 20%;
- по расходу песка 80 и 50%;
- расход ВКС – остальное, но не более 30%.

При проведении эксперимента факторы варьировались на симплексе, использована матрица плана третьей степени для построения ЭС-моделей трехкомпонентных систем «состав – свойство».

Матрица плана, значение уровней и интервалов варьирования факторов представлены в таблице.

План эксперимента на симплексе «ВКС – цемент – песок»

№ опыта	Матрица плана			Содержание компонентов в точках плана, %		
	x_1	x_2	x_3	ВКС	цемент	песок
1	1	0	0	30	20	50
2	0	1	0	0	50	50
3	0	0	1	0	20	80
4	0,333	0,333	0,333	10	30	60
5	0,333	0,666	0	10	40	50
6	0,666	0,333	0	20	30	50
7	0,333	0	0,666	10	20	70
8	0,666	0	0,333	20	20	60
9	0	0,333	0,666	0	30	70
10	0	0,666	0,333	0	40	60

Результаты эксперимента представлены на рис.1, 2.

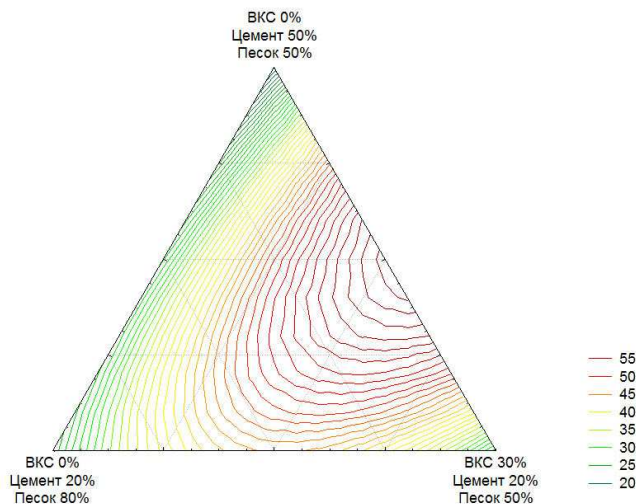


Рис. 1 – Полное поле предела прочности на сжатие

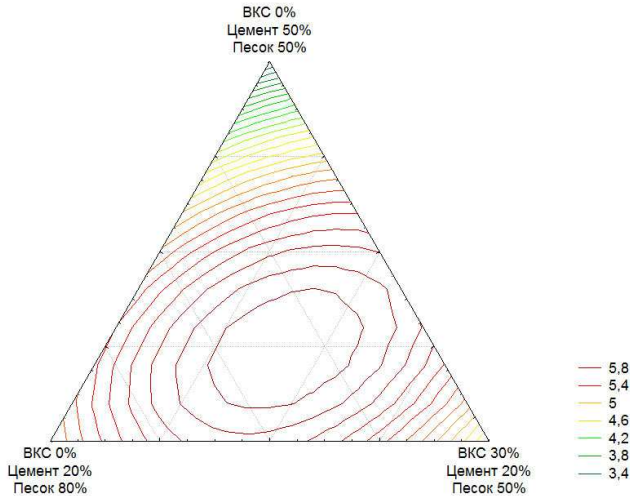


Рис. 2 – Полное поле предела прочности на изгиб

Из рис.1, 2 видно, что однозначного ответа о влиянии ВКС на прочность мелкозернистого бетона нет. В зависимости от расхода цемента, ВКС оказывает различное влияние:

- при содержании цемента более 25% введение и увеличение количества ВКС приводит к снижению прочностных показателей;
- при содержании цемента менее 25% увеличение расхода ВКС от 0 до 15% приводит к росту прочности бетона, дальнейшее же введение ВКС оказывается неэффективным.

На основе анализа ЭС-моделей полных полей пределов прочности на сжатие и изгиб, установлен наиболее эффективный состав: 15% – ВКС, 20% – цемент, 65% – песок; при этом $\sigma_{сж}=28,9$ МПа, $\sigma_{изг}=5,2$ МПа. Прирост прочности достигает 60% по сравнению с бетоном без ВКС.

При анализе действия ВКС на цементные суспензии возникли противоречия первоначально принятому механизму процесса. Так, например, отнесение смеси цемента и ВКС к вяжущим промежуточного типа предполагает наличие активности ВКС. В наших экспериментах установлено, что повышение прочности бетона с введением песчаной суспензии достигается при малых расходах цемента. Кроме того, увеличение содержания жидкости (воды) в системе должно приводить к снижению роли ВКС, а идет обратный процесс. В соответствии с указанными причинами, первоначальная гипотеза о механизме совме-

стного действия цемента и ВКС была отвергнута. Однако установлено, что ВКС в цементных бетонах является добавкой, улучшающей структуру и прочность бетона, и ее применение эффективно и целесообразно при изготовлении мелкозернистых бетонов при малых расходах цемента. В дальнейшем необходимо разработать практические рекомендации по применению ВКС в качестве добавки и апробировать разработанные составы при производстве бетонных и железобетонных изделий.

1.Пивинский Ю.Е. Керамические вяжущие и керамобетоны. – М.: Металлургия, 1990. – 269 с.

2.Кучерявченко Т.В. Помол исходного материала кварцевых суспензий // Материалы к 44-му международному семинару по моделированию и оптимизации композитов – МОК'44. – Одесса: Астропринт, 2005. – С.149-150.

3.Золотов М.С., Рапина Т.В. Использование помольного оборудования для измельчения исходного продукта высококонцентрированных кварцевых суспензий // Науковий вісник будівництва. Вип.37. – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2006. – С.109-114.

4.Золотов М.С., Рапина Т.В., Лапшин А.С. Влияние способа измельчения исходного материала на основные параметры получения кварцевых суспензий // Науковий вісник будівництва. Вип.40. – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2007. – С.100-107.

5.Пивинский Ю.Е. Получение и свойства строительных керамобетонов // Строительные материалы. – 1993. – № 4. – С.25-29.

6.Кириленик В.П. Кременбетон. – К.: Будівельник, 1975. – 248 с.

Получено 21.02.2008

УДК 539.3 : 624.21

А.А.ЧУПРЫНИН, канд. техн. наук, Р.АББАСИ

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМИРОВАНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ СТЕРЖНЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Приводится постановка и метод решения геометрически и физически нелинейных задач деформирования неоднородных стержневых конструкций и проанализированы численные алгоритмы реализации метода конечных элементов (МКЭ).

В настоящее время в строительстве широко используются элементы, расчетная схема которых соответствует стержневым конструкциям (каркасы, фермы, подъемные механизмы). Широкое использование современных материалов обуславливает разработку новых методов расчетов, учитывающих неоднородность материала и нелинейность его свойств. Учет нелинейных факторов позволяет более адекватно смоделировать процессы деформирования конструкций.

Условия эксплуатации строительных конструкций в современных условиях характеризуются высокими внешними воздействиями, что